

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРЯМОЗУБЫХ КОНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

Разработал: доцент каф. 202
Ковеза Юрий Владимирович
ауд. 227 МК
khai202.ho.ua

Лектор: ассистент каф. 202
Светличный Сергей Петрович
ауд. 246

Содержание лекции:

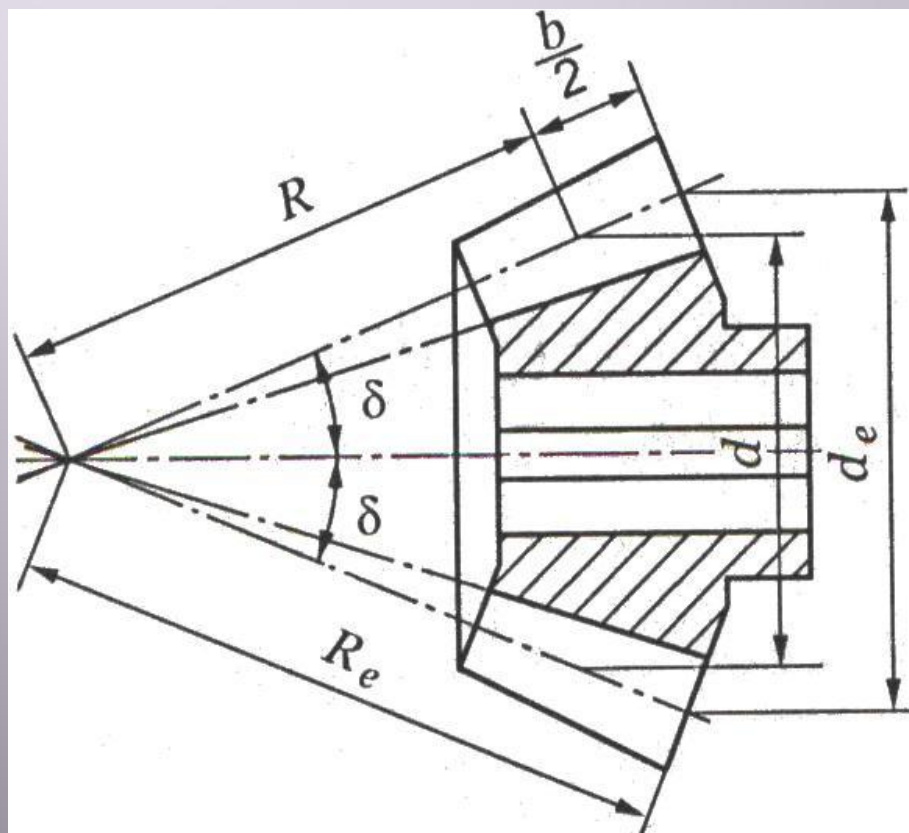
1. Общие положения.
2. Геометрические параметры конического колеса.
3. Осевая форма зуба.
3. Силы действующие в зацеплении.
4. Проектровочный расчет.
5. Проверочный расчет на прочность.

Общие положения

Конические передачи имеют большие габариты, массу, сложнее в изготовлении и монтаже (надо выдерживать и регулировать зазор), но без них не обойтись при необходимости передать движение с поворотом.



Геометрические параметры конического колеса



d_e – внешний делительный диаметр

d – средний делительный диаметр

d_{ae} – внешний диаметр вершин
зубьев

b – ширина зубчатого венца

R_e – внешнее конусное расстояние

R – среднее конусное расстояние

δ – угол делительного конуса

m_e – внешний окружной модуль

m – средний модуль

h_{ae} – внешняя высота головки зуба, h_{fe} – внешняя высота ножки зуба

Осевая форма зуба

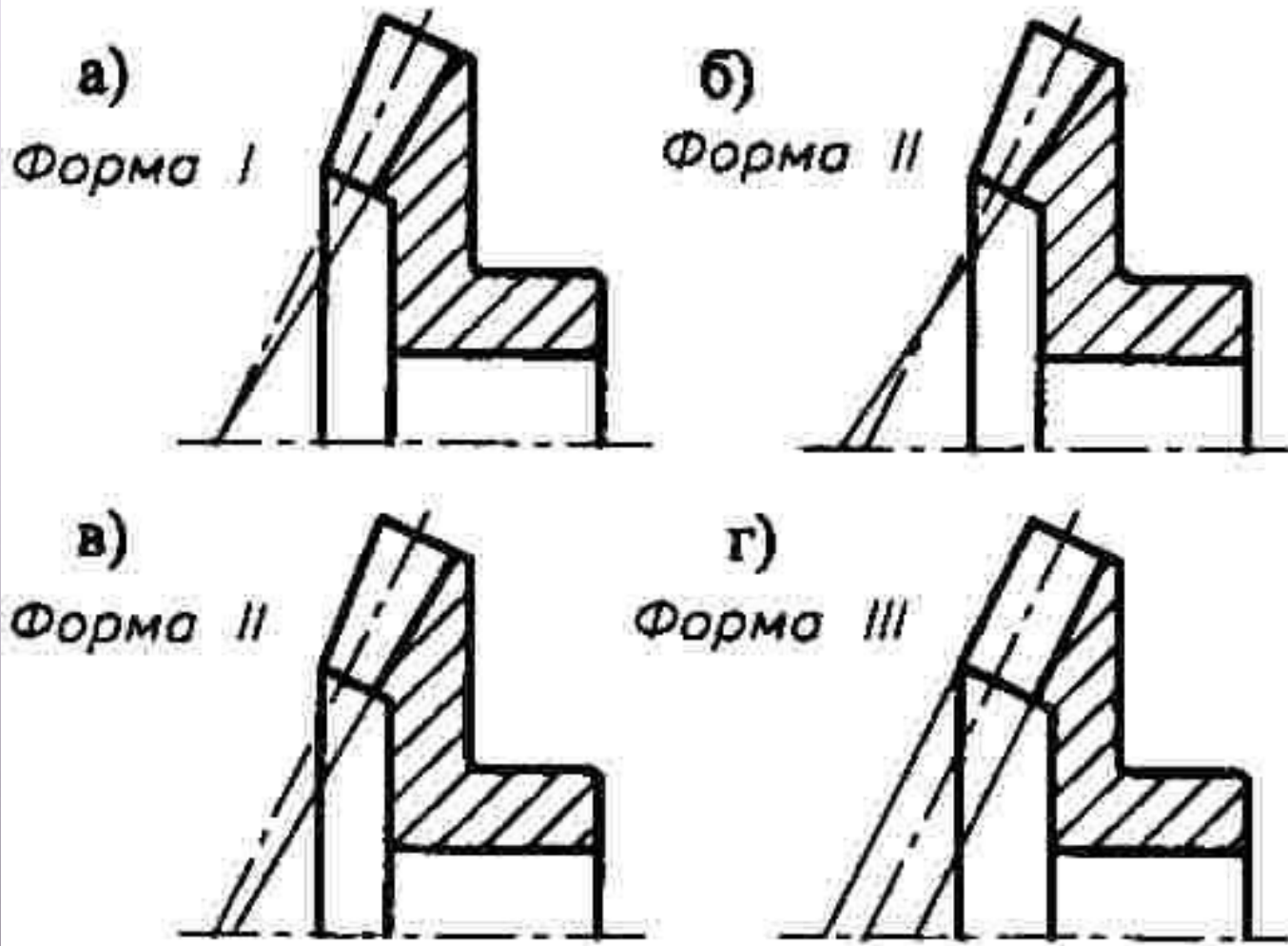
Применяют три формы зуба:

1 – пропорционально понижающийся зуб, конусы делительный и впадин имеют одну вершину. Единственная форма для прямых зубьев.

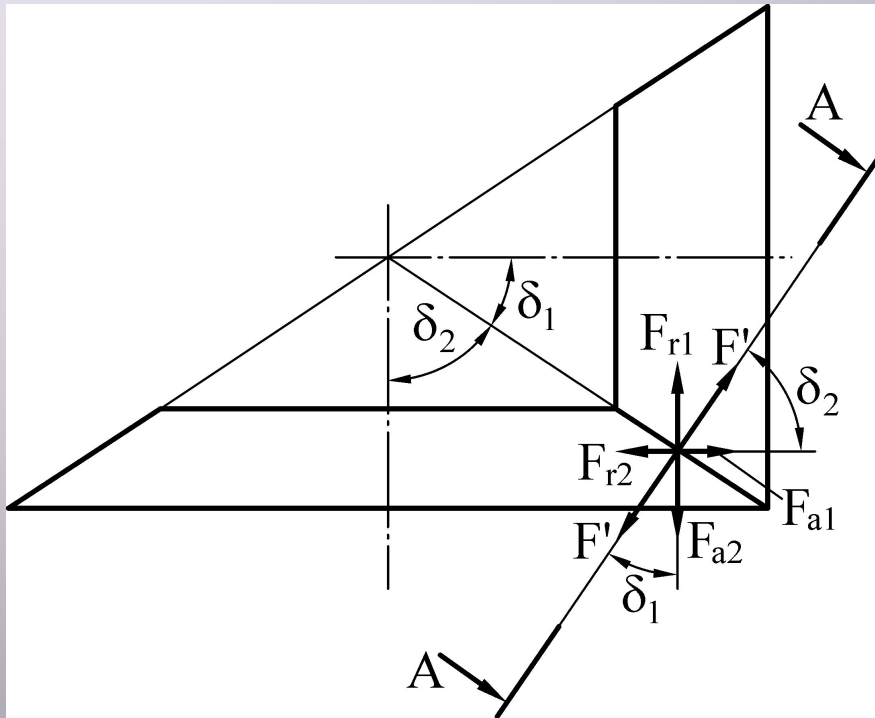
2 – толщина зуба по делительному конусу увеличивается пропорционально расстоянию от вершины, вершины делительного и впадин не совпадают, ширина дна впадины одинакова. Используют в круговых и тангенциальных.

3 – все три конуса параллельны.

Осевая форма зуба



Силы, действующие в зацеплении



Окружная сила

$$F_t = \frac{2T_1}{d_{m1}}$$

Распорная сила

$$F' = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_w$$

Радиальная сила

$$F_{r1} = F' \cdot \cos \delta_1 = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_w \cdot \cos \delta_1$$

$$F_{r2} = F' \cdot \cos \delta_2 = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_w \cdot \cos \delta_2$$

Силы, действующие в зацеплении

Осевая сила $F_{a1} = F' \cdot \sin\delta_1 = F_t \cdot \operatorname{tg}\alpha_w \cdot \sin\delta_1$

$$F_{a2} = F' \cdot \sin\delta_2 = F_t \cdot \operatorname{tg}\alpha_w \cdot \sin\delta_2$$

Нормальная сила $F_n = \frac{F_t}{\cos\alpha_w}$

Допускаем, что нагрузка равномерно распределяется по длине зуба. Заменяем ее равнодействующей, приложенной в среднем сечении зуба.

Проектировочный расчет

1. Делительный диаметр шестерни на внешнем торце

$$d_{e1} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_1 K_H \sin \Sigma}{\vartheta_H (1 - k_{be}) k_{be} [\sigma]_H^2 u}}$$

$K_d = 1013$ - вспомогательный коэффициент

$\Sigma = \delta_1 + \delta_2$ - межосевой угол передачи

$K_{be} = \frac{b_w}{R_e}$ - коэффициент ширины зубчатого венца относительно внешнего конусного расстояния

ϑ_H - коэффициент, учитывающий форму зуба

Проектировочный расчет

2. Окружной модуль на внешнем торце

$$m_{te} = 14 \sqrt[3]{\frac{T_1 K_{Fv} K_{F\beta} Y_{FS1}}{\psi_{bm} z_1 [\sigma]_{F1} \vartheta_F}},$$

$\psi_{bm} = b/m_{te}$ - принимают равным не более 10

Проектировочный расчет

1. Определяют окружной модуль на торце: $m_{te} = \frac{d_{e1}}{z_1}$

2. Определяют число зубьев колеса: $z_2 = z_1 u_{12}$

Если z_2 дробное, то его округляют до ближайшего целого и уточняют передаточное отношение.

3. Пересчитывают делительные диаметры:

$$d_{e1} = m_{te} z_1 \quad d_{e2} = m_{te} z_2$$

4. Находят число зубьев плоского колеса $z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
(с точностью до трех знаков после запятой)

5. Рассчитывают внешнее конусное расстояние $R_e = 0.5 m_{te} z_c$

6. Определяют ширину венца и округляют до целого

$$b = k_{be} R_e$$

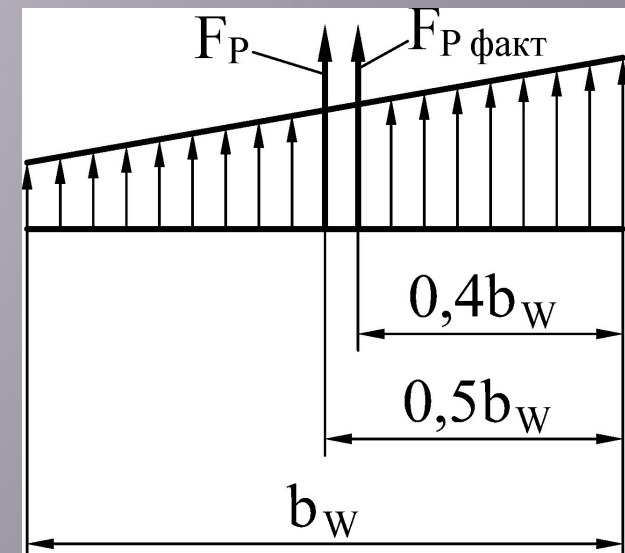
7. Пересчитывают величину $k_{be} = b / R_e$

Проверочный расчет на прочность

❑ Особенности расчета:

- 1) Зуб конического колеса по длине имеет переменное сечение и переменную нагруженность ;

Принимают, что равнодействующая приложена посередине зуба.



Проверочный расчет на прочность

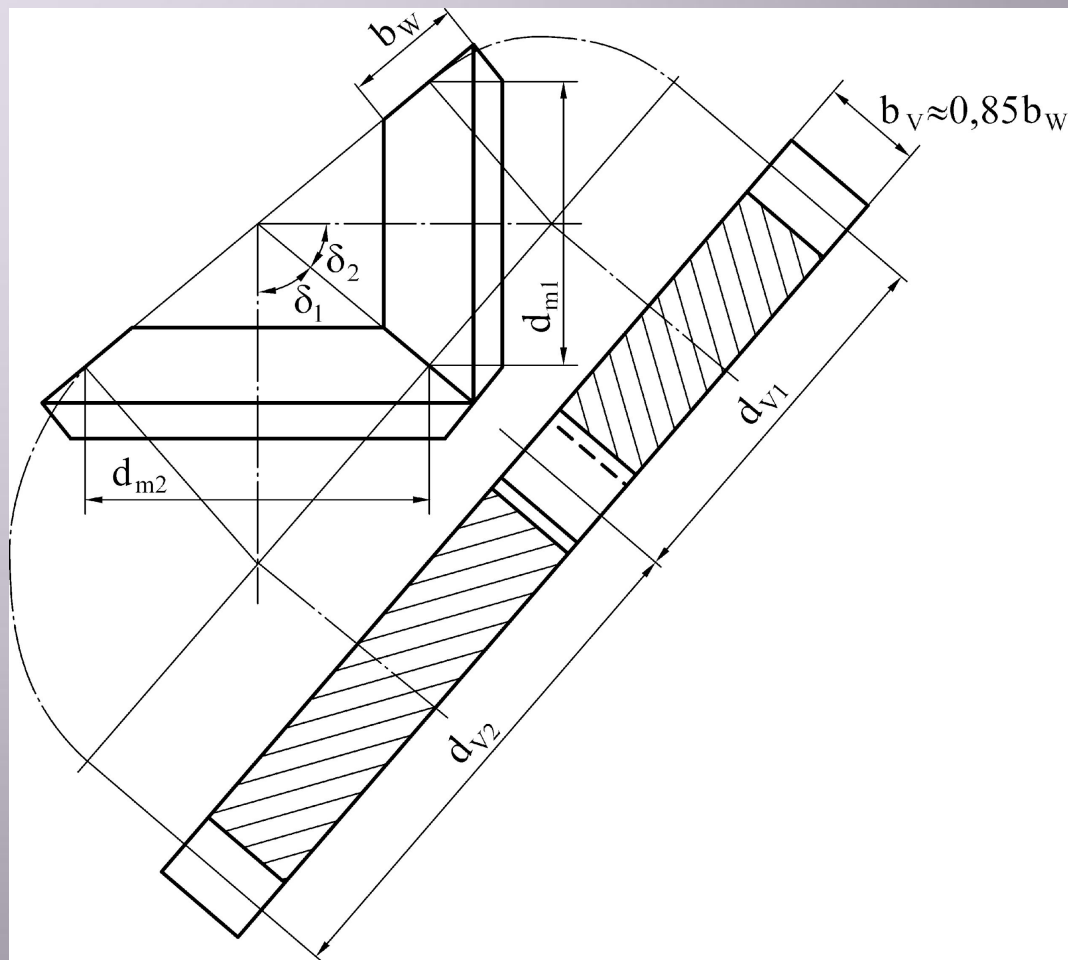
2) При расчетах на прочность конические колеса заменяют эквивалентными цилиндрическими, диаметры начальных окружностей и модуль которых равны диаметрам начальных окружностей и модулю в среднем сечении зубьев конических колес.

Эквивалентные колеса получают разворачиванием дополнительных конусов на плоскость.

Диаметры эквивалентных колес:

$$d_{V1} = \frac{d_{m1}}{\cos \delta_1} \quad d_{V2} = \frac{d_{m2}}{\cos \delta_{21}} \quad \cos \delta_1 = \frac{u}{\sqrt{u^2 + 1}} \quad \cos \delta_2 = \frac{1}{\sqrt{u^2 + 1}}$$

Проверочный расчет на прочность



Проверочный расчет на прочность

Окружная сила:
$$F_t = \frac{2T_1}{d_{e1}(1 - 0,5K_{be})}$$

$$d_{e1}(1 - 0,5K_{be}) = d_{m1} \quad K_{be} = \frac{b_W}{R_e}$$

Контактные напряжения:

$$\sigma_H = 32240 \sqrt{\frac{T_1 K_H \sin \Sigma}{d_{e1}^3 (1 - k_{be}) k_{be} u \vartheta_H}} \leq [\sigma_H]$$

$\vartheta_H = 1$ для прямозубых передач без модификации

$\vartheta_H = 1,16$ – с модификацией

$\vartheta_H = 1,5$ – для круговых зубьев

Проверочный расчет на прочность

При определении $K_{H\beta}$ в формулу вместо a_w следует подставить величину $d_1(u+1)$

$K_{H\beta}$ определяют по графикам в зависимости от $k_{be}u / (2 - k_{be})$

Расчет зубьев конических колес на изгиб аналогичен цилиндрическим колесам:

$$\sigma_{F_1} = \frac{2280 T_1 K_F}{b_w m_e} Y_{FS_1} \leq [\sigma_F]_1 \quad \sigma_{F_2} = \frac{\sigma_{F_1}}{Y_{FS_1}} Y_{FS_2} \leq [\sigma_F]$$